

PENILAIAN KESTABILAN CERUN DI LALUAN TAPAH-RINGLET,
CAMERON HIGHLAND

MOHD FAISAL BIN HJ. NAWAWI

Laporan ini dikemukakan sebagai memenuhi
sebahagian daripada syarat penganugerahan ijazah
Sarjana Kejuruteraan (Pengurusan Pembinaan)

Sekolah Kejuruteraan Awam
Fakulti Kejuruteraan
Universiti Teknologi Malaysia

JANUARI 2020

DEDIKASI

Syukur kehadiran Allah s.w.t dan selawat ke atas Rasulullah s.a.w kerana telah memberi kekuatan, kesihatan tubuh badan dan ilham pemikiran.

Isteriku Nomazila Binti Othman yang tersayang..
Terima kasih di atas segala pengorbanan, sokongan dan doa
Perkongsian hidup bersamamu penuh bermakna

Anak-anak ku
Muhammad Aqil Putra
Muhammad Arif Putra
Nur Arissa Solehah
Muhammad Arfan Putra

Curahan kasih sayang ayah berkekalan untuk mu

Bonda serta keluarga terdekat..
Terima kasih di atas segala dorongan dan pertolongan
Semoga ikatan silaturrahim terus dieratkan dan berkekalan

Sahabat-sahabatku..
Budi kalian sekelumit tidak dilupakan
Ingatan dan persaudaraan berkekalan

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah kehadiran Ilahi dengan Limpah dan Kurnianya dapat menyiapkan ini dalam tempoh sepertimana yang telah ditetapkan oleh pihak School of Civil Engineering Fakulti Kejuruteraan Awam, Universiti Teknologi Malaysia.

Saya ingin merakamkan setinggi-tinggi penghargaan ikhlas kepada penyelia Projek Sarjana, Dr. Khairulzan Bin Yahya di atas segala bimbingan, dorongan dan tunjuk ajar yang tidak berbelah bagi sepanjang tempoh menjalankan Projek Sarjana ini dan sehingga selesai.

Jutaan terima kasih kepada Isteri Nomazila Othman dan anak-anak tercinta serta keluarga saya yang banyak memberikan galakan dan sokongan kepada saya untuk menyiapkan kajian ini dengan sebaik mungkin. Kepada teman-teman seperjuangan terutamanya Mohd Faudzi, Normuslizam, Sheikh Izat, Sheikh Lokman dan serta rakan-rakan karib yang lain yang sama- sama mengharungi pahit manis perjuangan terima kasih di atas segala nasihat serta pandangan yang di berikan.

Sesungguhnya terlalu banyak kenangan yang sukar untuk dilupakan sepanjang bersama kalian semua serta pihak-pihak seperti JKR Daerah Batang Padang, Tapah, JKR Perak, Syarikat Belati Wangsa, PLUS dan IKRAM Cawangan Utara yang terlibat dalam membantu saya sepanjang tempoh penyiapan tesis ini.

Segala pengorbanan yang telah di berikan akan sentiasa dikenang dan diingati buat selama-lamanya. Semoga Allah akan sentiasa memberkati dan mengurniakan ganjaran ke atas segala kebaikan di berikan. Terima kasih diucapkan.

ABSTRACT

The frequency of landslides in Federal roads has threatened the safety and safety of consumers. Therefore, the assessment of slopes, is a key component of the landslide, it is considered to be an important part of network control and conservation of the area. In the monitoring conducted to determine the degree of failure of the soil structure along the slope of the issue around FT 59 Tapah-Ringlet. This study involved eight (8) problematic slope sites. The ROM Scale (Movement Range) formula is used as the basis for determining the degree of structural stability and problematic slope failure in this area. The study respondents consisted of the Jabatan Kerja Raya Daerah Batang Padang (JKR) and project consultants. The semi-structured interview method was used to obtain information on the slope evaluation system and its methodology including indicators and ratings used in the system by JKR and project consultants. From the research conducted by Cawangan Kejuruteraan Cerun (CKC) is under JKR. There are various indicators that can be used as a proxy to describe the actual state of the slope including details of slope, slope information, slope geometry, slope cover, pavement, geological conditions, drainage, slope status, erosion, field equipment, service and facilities, field sketch, source photography and advanced steps required. From these findings, the results show that three slope locations (Site C, Site F and Site H) have Critical Land Levels, three slope locations (Site A, Site D and Site G) are categorized as High, another Medium category location. (Site E) while one location in (Site B) is a low category. The composition of soil texture, dominated by sand and silt is strongly influenced by the degree of soil stability in each sample area. Therefore, some problematic slopes around the location of roads without mitigation control should be taken care of immediately to prevent further landslides in the future.

ABSTRAK

Kekerapan kejadian tanah runtuh di kawasan jalan Persekutuan telah mengancam keselamatan dan menggugat keselesaan pengguna. Oleh itu, penilaian cerun, adalah komponen utama pada kawasan tanah runtuh, ini kerana ia dianggap sebagai bahagian penting dalam kawalan rangkaian dan pemuliharaan kawasan tersebut.. Dalam pemerhatian dan pemantauan yang dijalankan untuk mengetahui tahap kegagalan struktur tanah di lereng cerun isu sekitar jalan FT 59 Tapah-Ringlet. Kajian ini melibatkan lapan (8) tapak cerun yang bermasalah. Rumus Skala ROM (Pergerakan Julat) digunakan sebagai asas untuk menentukan tahap kestabilan struktur dan kegagalan tanah cerun yang masalah di kawasan ini. Responden kajian terdiri daripada Jabatan Kerja Raya Daerah Batang Padang (JKR) dan Perunding projek. Kaedah temubual separa berstruktur dijalankan untuk mendapatkan maklumat berkenaan sistem penilaian cerun dan kaedah pelaksanaannya termasuklah indikator dan penarafan yang digunakan dalam sistem oleh JKR dan perunding projek. Daripada kajian yang dijalankan, Cawangan Kejuruteraan Cerun (CKC) di bawah JKR. Terdapat pelbagai indikator yang boleh digunakan sebagai proksi untuk menggambarkan keadaan sebenar cerun termasuklah butiran pemeriksaan, maklumat cerun, geometri cerun, penutup cerun, turapan, keadaan geologi, saliran, status cerun, hakisan, peralatan di lapangan, servis dan kemudahan, lakaran lapangan, sumber fotografi dan langkah lanjutan yang diperlukan. Daripada penemuan tersebut, Hasil kajian menunjukkan tiga lokasi cerun iaitu (Tapak C, Tapak F dan Tapak H) mempunyai tahap kebolehruntuhan tanah yang Kritikal, tiga lokasi cerun (Tapak A, Tapak D dan Tapak G) dikategorikan sebagai Tinggi, satu lagi lokasi kategori Sederhana (Tapak E) manakala satu lokasi iaitu di (Tapak B) sebagai kategori rendah. Keadaan tekstur tanah, yang dikuasai oleh pasir dan kelodak sangat dipengaruhi oleh tahap kestabilan tanah di setiap Kawasan sample. Oleh itu, beberapa cerun bermasalah di sekitar lokasi jalan yang tidak mempunyai kawalan mitigasi perlu diselenggara dengan serta-merta untuk mengelakkan tanah runtuh yang lebih besar berlaku pada masa akan datang.

ISI KANDUNGAN

	TAJUK	MUKA SURAT
	PENGIKTIRAFAN	iii
	DEDIKASI	iv
	PENGHARGAAN	v
	ABSTRACT	vi
	ABSTRAK	vii
	ISI KANDUNGAN	viii
	SENARAI JADUAL	xii
	SENARAI RAJAH	xiii
	SENARAI SINGKATAN	xv
	SENARAI SIMBOL	xvi
	SENARAI LAMPIRAN	xvii
BAB 1	Pengenalan	1
1.1	Latar Belakang Kajian	1
1.2	Pernyataan Masalah	3
1.3	Matlamat dan Objektif kajian	7
1.4	Skop Kajian	7
1.5	Kepentingan Kajian	8
1.6	Penemuan Kajian	8

BAB 2	KAJIAN LITERATUR	11
2.1	Pendahuluan	11
2.2	Cerun	12
2.3	Kesan Hujan Pada Permukaan Cerun	15
2.4	Penyebab Kerosakan Permukaan Cerun	17
2.4.1	Jenis Hakisan	17
2.4.2	Faktor-Faktor Utama yang Mempengaruhi Hakisan	19
2.5	Perlindungan Cerun Terhadap Hakisan	21
2.5.1	Melindungi Permukaan Cerun Secara Keseluruhan	21
2.5.2	Melindungi Permukaan Cerun Dari Hakisan	26
2.6	Mekanisma Perlindungan Terhadap Hakisan	28
2.7	Ringkasan Kajian Literatur	29
 BAB 3	 KAEDAH METODOLOGI	 31
3.1	Pendahuluan	31
3.2	Langkah-Langkah Kajian	31
3.3	Temuramah	33
3.4	Pengumpulan Data	34
3.5	Pemilihan Lokasi Kajian	34
3.5.1	Kajian Kes	35
3.5.1.1	Cerun 1 : Lokasi cerun Kampung Batu Enam(6) Jalan FT59 Tapah–Ringlet	36
3.5.1.2	Cerun 2 : Cerun Kampung Batu Sepuluh di Jalan FT59 Tapah-Ringlet	37

3.6	Kaedah Analisa Penilaian Cerun Menggunakan Rumus Skala Julat Pergerakan	38
3.7	Analisis dan Keputusan	39
BAB 4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	41
4.1	Pendahuluan	41
4.2	Latar Belakang Kawasan Kajian	41
4.3	Pemerhatian Di Tapak	43
4.4	Analisa Kawasan Kajian	46
4.5	Mengenalpasti Isu Dan Masalah Kegagalan Cerun	48
4.6	Faktor Yang Mempengaruhi Kegagalan Cerun	49
4.6.1	Sudut Cerun	49
4.6.2	Ketinggian cerun	50
4.6.3	Larian Air Di Permukaan Cerun	50
4.6.4	Sistem Peparitan	51
4.6.5	Pembuangan Tumbuhan Pada Kaki Cerun	51
4.7	Penentuan Faktor Kegagalan Cerun	51
4.7.1	Pengiraan Faktor Keselamatan Cerun	52
4.7.2	Contoh pengiraan Faktor Keselamatan (Fs) untuk kawasan Tapak H	52
4.8	Penilaian Keadaan Tapak	55
4.9	Hasil Keputusan Dan Perbincangan	57
4.9.1	Bedasarkan hasil ujian ayakan saiz partikel tanah	58
4.9.2	Tahap kegagalan cerun berpandukan rumus Julat Pergerakan (Skala ROM)	60
4.9.3	Kaitan antara tahap kebolehruntuhan tanah dengan ciri lain	62

BAB 5	RUMUSAN DAN CADANGAN	67
5.1	Pengenalan	67
5.2	Penilaian kajian	67
5.3	Penilaian Objektif Kajian	68
5.3.1	Objektif 1 : Untuk menentukan faktor yang menyumbang kepada kegagalan cerun	69
5.3.2	Objektif 2 : Untuk mengenal pasti keadaan dan tahap kestabilan cerun	70
5.2.3	Objektif 3 : Untuk menilai kestabilan cerun menggunakan Julat Pergerakan	70
5.4	Kesimpulan	71
5.5	Cadangan	72
RUJUKAN		75

SENARAI JADUAL

JADUAL.	TAJUK	MUKASURAT
Jadual 2.1	Klasifikasi Intensiti Hujan	23
Jadual 3.1	Maklumat dan data yang diperolehi dari agensi berkaitan	33
Jadual 3.2	Kategori tahap kebolehruntuhan tanah berdasarkan rumus Julat Pergerakan	39
Jadual 4.1	Jumlah kawasan yang dinilai berdsarkan faktor-faktor penyebab kepada kegagalan runtuhan permukaan cerun.	49
Jadual 4.2	Kawasan yang menyumbang dengan beberapa faktor kegagalan pada cerun yang tidak boleh melebihi 60° darjah.	50
Jadual 4.3	Faktor keselamatan setiap kawasan yang dinilai dan dibuat penelitian	53
Jadual 4.4	Jadual menunjukkan hasil cerapan dan pensempelan di setiap kawasan kajian	54
Jadual 4.5	Keadaan Cerun Tapak A	55
Jadual 4.6	Keadaan Cerun Tapak H	56
Jadual 4.7	Skala kegagalan cerun	57
Jadual 4.8	Komposisi tanah berdasarkan ujian Ayakan di 8 tapak persampelan	59
Jadual 4.9	Tahap kebolehruntuhan tanah di 8 tapak persampelan berdasarkan Skala ROM	61
Jadual 4.10	Ciri-ciri fizikal lain bagi tapak persampelan	62

SENARAI RAJAH

RAJAH.	TAJUK	MUKASURAT
Rajah 1.1	Gambar Kegagalan Cerun Bukit Lanjan	2
Rajah 1.2	Gambar Kegagalan Cerun Di Cameron Highland	2
Rajah 1.3	Kadar peratusan kemudahan terjejas berpunca daripada runtuh tanah	4
Rajah 1.4	Kadar peratusan kemudahan terjejas berpunca daripada runtuh tanah	4
Rajah 2.1	Kitaran Hidrologi	15
Rajah 2.2	Taburan Hujan Bulanan Di Semenanjung Malaysia	16
Rajah 2.3	Kepelbagaian Rupabentuk Hakisan	18
Rajah 2.4	Aliran Hidrograf Kadar Air Larian Permukaan Mengikut Kawasan	24
Rajah 2.5	Pengaruh ketinggian rumput terhadap air larian	24
Rajah 2.6	Kawalan sementara Bagi Kegagalan Cerun	26
Rajah 2.7	Perlindungan Rip-rap	27
Rajah 2.8	Jenis-jenis Mekasnisma Perlindungan Pelitup bumi yang Terdiri Daripada Tumbuh-tumbuhan Semulajadi Terhadap Permukaan Cerun	29
Rajah 3.1	Carta Aliran Kerja	32
Rajah 3.2	Peta lokasi kawasan kajian	35
Rajah 3.3	Lokasi 1 Di Kampung Batu Enam di Jalan FT59 Tapah–Ringlet	36
Rajah 3.4	Kawasan Kajian Kes Cerun Lokasi 1	36
Rajah 3.5	Lokasi 2 Di Kampung Batu Sepuluh di Jalan FT59 Tapah–Ringlet	37

Rajah 3.6	Kawasan Kajian Kes Cerun Lokasi 2	37
Rajah 4.1	Lokasi di sepanjang jalan Tapah-Ringlet	42
Rajah 4.2	Lokasi Kampung Batu 6	43
Rajah 4.3	Lokasi Kampung Batu 10	43
Rajah 4.4	Cerun 1 : Lokasi Kampung Batu Enam(6) FT 059 Tapah-Ringlet	44
Rajah 4.5	Cerun 2 : Lokasi Kampung Batu Sepuluh(10) FT 059 Tapah-Ringlet	45
Rajah 4.6	Data Stesen Kajicuaca Untuk Station Cameron Highland bagi suhu setiap bulan yang direkodkan	47
Rajah 4.7	Data Stesen Kajicuaca Untuk Station Cameron Highland. bagi jumlah hujan setiap bulan yang direkodkan	48
Rajah 4.8	Stesen Cerun CL1 Tapak A	55
Rajah 4.9	Stesen Cerun Tapak H	56
Rajah 4.10	Peratusan saiz partikel tanah berdasarkan ujian ayakan	59
Rajah 4.11	Pengkelasan tekstur tanah menggunakan Carta segitiga Ferret	60
Rajah 4.12	Kaedah mitigasi yang digunakan di cerun bermasalah di jalan FT 059 Tapah-Ringlet	65

SENARAI SINGKATAN

PLUS	-	Projek Lebuhraya Usahasama Berhad
JKR	-	Jabatan Kerja Raya
CKC	-	Cawangan Kejuruteraan Cerun
IKRAM	-	Institut Kerja Raya Malaysia
JMG	-	Jabatan Mineral Dan Geosains Malaysia
JMM	-	Jabatan Meteorologi Malaysia
JPS	-	Jabatan Pengairan Dan Saliran
LLM	-	Lembaga Lebuhraya Malaysia
JAS	-	Jabatan Alam Sekitar
KSAS	-	Kementerian Sumber Asli Dan Alam Sekitar
EIA	-	<i>Environmental Impact Assessment</i>
SMART	-	<i>Slope Management and Risk Tracking</i>
ESMaS	-	<i>Expressway Slope Maintenance System</i>
SAS	-	<i>Slope Assessment System</i>
SMS	-	<i>Slope Maintenance System</i>
SPRS	-	<i>Slope Priority Ranking System</i>
LHEF	-	<i>Landslide Hazard Evaluation Factor</i>
ANN	-	<i>Artificial Neural Network</i>
RTMS	-	Sistem Pemantauan Masa Sebenar

SENARAI SIMBOL

F_s	=	Faktor Keselamatan
σ'	=	Tekanan efektif
τ_f	=	Kekuatan ricih tanah
σ_f	=	Tegasan normal
c	=	Kejelekitan tanah
σ	=	Tekanan jumlah
ϕ	=	Sudut geseran dalaman tanah
u	=	Tekanan air liang,
R	=	Jejari Hidraulik
S	=	Kecerunan aluran

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN.	TAJUK	MUKASURAT
Lampiran A	Panduan Penggunaan Borang Incident Proforma	79

BAB 1

PENGENALAN

1.1 Latar Belakang Kajian

Elemen cuaca di kawasan beriklim khatulistiwa yang lembab dan panas merupakan antara faktor berlakunya kejadian alam semulajadi seperti runtuh dan kegagalan cerun. Secara umumnya, kejadian yang melibatkan kegagalan pada cerun semulajadi dan cerun terusik ini adalah berpunca daripada strukturnya yang tidak dilindungi dari segala aspek yang boleh menyebabkan kegagalan cerun. Insiden runtuh di Highland Tower, Genting Highland, Cameron Highland, Bukit Fraser dan Gua Tempurung (Lebuhraya Utara-Selatan) merupakan contoh berlakunya kegagalan cerun yang serius di Malaysia sehingga menyebabkan kematian serta kehilangan harta benda.

Skop teknikal yang melibatkan kerja-kerja pemotongan tanah merupakan perkara penting untuk dititikberatkan dalam proses pembinaan jalan raya dan rangkaian jalan di kawasan lereng bukit dan tanah tinggi. Justeru itu, perhatian khusus terhadap aspek keselamatan dan pengurusan cerun hendaklah menjadi keutamaan bagi mengelakkan berlakunya kejadian alam yang serius sehingga melumpuhkan perhubungan antara kawasan yang terlibat (Malaysia Utusan, 2016). Susulan banyak berlakunya kejadian cerun runtuh dan tanah runtuh di Malaysia, satu unit Kejuruteraan Cerun ditubuhkan di bawah Jabatan Kerja Raya Malaysia (JKR). Unit ini bertanggungjawab bagi mengawal, dan memantau serta menguruskan hal-hal berkaitan cerun di seluruh Malaysia. Bagi melihat situasi ini dengan lebih jelas, dilampirkan Rajah 1.1 dan Rajah 1.2 yang merupakan contoh sebenar kejadian tanah runtuh di Malaysia.

LOKASI : KM 21.8, LEBUHRAYA LEMBAH KELANG UTARA (NKVE), BUKIT LANJAN, SELANGOR - 26/11/2003

Fakta Kejadian :

Runtuhan batu di Km 21.8 lebuhraya Lembah Klang Utara (NKVE) pada tahun 2003, tidak mengakibatkan kematian tetapi merupakan tanah runtuh dengan kos ekonomi paling tinggi setakat ini kerana kos langsung dan tak langsung yang berkaitan dengan kesesakan lalu lintas dan penutupan dan lencongan jalan yang teruk selama 6 bulan di Lembah Kelang.



Sumber : (Berita Harian Online, 2010)

Rajah 1.1 Gambar Kegagalan Cerun Bukit Lanjan. (Kejadian Tahun 2003)

LOKASI : BAHARAT TEA FARM, CAMERON HIGHLANDS, PAHANG - 14/04/2008

Fakta Kejadian :

Penerokaan hutan dan pemotongan bukit secara berleluasa merupakan punca utama berlakunya kejadian tanah runtuh di Kilometer 52 berdekatan Kampung Habu, Cameron Highlands, awal pagi semalam.

Dekas Pengarah Pusat Pembangunan dan Penyelidikan Institut Kerja Raya Malaysia (Ikram), Profesor Dr. Mahadzir Mahmud berkata, tindakan itu mengganggu kestabilan ekologi dan geologi di kawasan tersebut.

"Kawasan bukit yang terbuka bukan sahaja meningkatkan kadar hakisan tetapi peningkatan aliran air permukaan daripada air hujan menyebabkan struktur tanah menjadi longgar,"

Kegiatan di Cameron Highlands sudah cukup padat dan ia tidak lagi mampu menampung projek-projek pembinaan dan penerokaan hutan yang seteru usuya.

"Garis panduan sudah lama diwujudkan, tapi ia tidak akan berjaya tanpa penguatkuasaan daripada pihak-pihak tertentu

"Pemantauan dan pengawasan menyeluruh dari semasa ke semasa merupakan inisiatif terbaik mengelak kejadian itu."

Pihak berkuasa boleh memasang alat Sistem Pengesanan Kedudukan Global (GPS) di cerun bukit bagi mengesan pergerakan tanah dan memberi amaran awal kepada para pengguna.



Sumber : (Berita Harian Online, 2010)

Rajah 1.2 Gambar Kegagalan Cerun Di Cameron Highland. (Kejadian Tahun 2008)

Sehubungan dengan itu, bagi tujuan membezakan antara tanah yang mempunyai variasi ketinggian, pembinaan cerun merupakan aspek penting dalam sebarang projek pembinaan. Namun, kaedah penstabilan cerun yang terbaik perlu dipertimbangkan terlebih dahulu sebelum pembinaan cerun dilaksanakan.

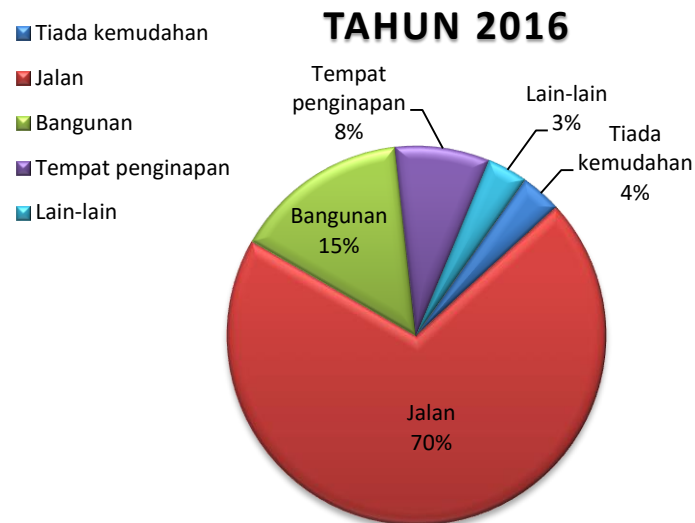
1.2 Pernyataan Masalah

Isu kegagalan cerun merupakan hal serius yang sering menjadi tumpuan masyarakat umum di Malaysia. Keterujaan sesetengah pihak yang semakin berleluasa melaksanakan pembinaan di tanah tinggi menjadikan isu ini lebih serius. Merujuk kepada berita Astro Awani yang dilaporkan pada tahun 2016, kejadian tanah runtuh di Taman Idaman, Serendah dipercayai berpunca daripada saliran air terjejas akibat kesan lama daripada aktiviti perlombongan di kawasan berkenaan. Pada tahun 2000 sehingga 2016, Cawangan Cerun JKR Malaysia telah menganalisa dan mengenal pasti 23,000 cerun berisiko di Malaysia. Sumber; (JKR Malaysia Caw. Kejuruteraan Cerun, 2019)

Pada tahun 1970 sehingga 2002, analisa kejadian tanah runtuh di Malaysia mencatatkan rekod sebanyak 300 kes (Othman et.al, 2006). Pada tahun 2015, analisa kejadian tanah runtuh di kawasan lebuhraya telah mencatatkan statistik kes tertinggi iaitu 700 kes runtuhan dengan pecahan kes sebanyak 410 di jalan persekutuan manakala 29 di jalan negeri (Berita Harian Online, 2010). Kes-kes tersebut tidak melibatkan kematian, namun hal ini telah menjejaskan rangkaian system pengangkutan sekaligus memudaratkan keselamatan orang awam (Pelan Induk Cerun Negara [PICN], 5 2009).

Pada tahun 2016 sehingga 2017, JKR Cawangan Kejuruteraan Cerun (CKC) telah melaporkan analisa kemudahan yang paling terjejas akibat tanah runtuh iaitu jalan raya, bangunan, tempat penginapan, lain-lain kemudahan dan di kawasan yang

tiada sebarang kemudahan.(JKR Malaysia Caw. Kejuruteraan Cerun, 2019). Rajah 1.3 dan Rajah 1.4 merupakan gambaran statistik tersebut.



(Sumber:(JKR Malaysia Caw. Kejuruteraan Cerun, 2019)

Rajah 1.3 Kadar peratusan kemudahan terjejas berpunca daripada runtuh tanah



(Sumber:(JKR Malaysia Caw. Kejuruteraan Cerun, 2019))

Rajah 1.4 Kadar peratusan kemudahan terjejas berpunca daripada runtuh tanah

Secara umumnya, kajian terdahulu menunjukkan bahawa tahap kecerunan cerun dan hujan adalah antara faktor yang menyebabkan kegagalan utama cerun. Justeru itu, langkah pemantauan dan penyelenggaraan cerun telah diperkembangkan melalui variasi sistem penilaian cerun yang diinovasikan. Walau bagaimanapun, masih terdapat kelemahan dalam aspek kesesuaian sistem tersebut untuk diaplikasikan pada beberapa jenis tanah dan manfaatnya tidak merangkumi dan memenuhi keperluan semua pihak. Penyampaian maklumat tentang pengaplikasian sistem tersebut juga terhad kepada beberapa jabatan dan agensi kerajaan sahaja yang sekaligus mengakibatkan kekangan ilmu serta memberi impak terhadap keberkesanannya. Hal ini telah mewujudkan kepelbagaian sumber dan pemprosesan data kajian tentang cerun oleh para penganalisa yang sekaligus mengakibatkan kekangan untuk memperoleh data analisa yang selaras dan tepat kerana hasil kajian dipengaruhi oleh objektif seseorang pengkaji.

Runtuhan tanah di sesuatu lokasi merupakan tanda akan belakunya kegagalan cerun di sesuatu kawasan. Di kawasan persekitaran negara Malaysia beberapa faktor dapat dikaitkan berkenaan kegagalan cerun. Contoh factor-faktor yang bolehnya terjadi kegagalan tersebut seperti (Jamaluddin, 2016);

- i. Sifat bahan semulajadi yang berubah melalui proses geomorfologi
- ii. Hujan lebat di musim tengkujuh bagi tempoh yang panjang
- iii. Hakisan tanah disebabkan air larian di permukaan cerun sewaktu hujan
- iv. Ketakselajaran satah batuan.

Merujuk pada (Bujang B.K., 2006) bahawa di Malaysia pada bulan September hingga Januari kebanyakan kejadian tanah runtuh akan berberlaku. Ini kerana jumlah dan kekerapan hujan yang dilaporkan di kebanyakan negeri didapati tinggi dan sering terjadi pada bulan serta masa ini. (Ibrahim, 2011) juga bersetuju bahawa sebahagian besar runtuhan tanah di Malaysia berlaku di lereng-lereng bukit cerun potongan buatan manusia samada runtuhan batuan atau runtuhan tanah. Kegagalan cerun banyak dikaitkan dengan perkembangan kemajuan yang pesat. Di dalam perkembangan

kemajuan di sekitar kawasan negara Malaysia biasanya melibatkan perubahan kawasan pelitupan hutan kepada pembangunan luar bandar, perbandaran, perumahan, pertanian dan perindustrian. Dalam kerja-kerja pembangunan itu selalunya salah urus cerun dan gangguan tanah pada cerun yang tidak teratur sehingga membawa kepada pergerakan tanah yang boleh menyebabkan terjadinya runtuh tanah.

Bagi keadaan cerun jalankan di Jalan FT 59 Tapah-Ringlet, beberapa kejadian kegagalan cerun yang pelbagai saiz yang telah direkodkan. Kebanyakan daripada cerun yang gagal dan runtuh telah diselenggara dengan cara mitigasi yang bersesuaian keadaan di tapak cerun yang runtuh dan sebahagian terbiar tanpa sebarang tindakan mitigasi. Runtuh tanah di lereng-lereng cerun yang terjadi di sepanjang jalan FT 59 Tapah-Ringlet, adalah disebabkan oleh tiga faktor berikut;

- i. Aspek kejuruteraan bahan cerun yang lemah berkait dengan tahap erodibiliti tanah yang rendah,
- ii. Langkah yang kurang terhadap mitigasi cerun dan permukaan cerun sehingga menggalakkan terjadinya hakisan tanah.
- iii. Pengumpulan air bawah tanah yang berlaku secara berlebihan bagi suatu tempoh masa yang panjang.

Mengambil kira pernyataan JKR Daerah Batang Padang, Tapah bahawa terdapat begitu banyak lokasi cerun disepanjang jalan FT 59 Tapah-Ringlet yang mungkin akan mengalami kegagalan, maka satu kajian perlu dilaksanakan untuk menentukan tahap kegagalan cerun di kawasan tersebut. Oleh kerana lokasi kawasan ini bertopografikan kawasan tanah tinggi di laluan FT 59 Tapah-Ringlet, ianya dikelilingi oleh berbukit dan bercerun. Dilaporkan beberapa insiden tanah runtuh telah berlaku di beberapa bahagian cerun di sepanjang kawasan tersebut dimana memerlukan dokumentasi bagi ciri fizikal tanah di sekitar runtuh. Analisis saintifik dilakukan dengan laporan ini untuk menentukan tahap kebolehgagalan tanah di lereng dan penemuan tersebut dapat digunakan sebagai panduan bagi pengurusan kegagalan cerun di JKR Daerah batang Padang, Tapah.

1.3 Matlamat dan Objektif kajian

Berdasarkan kenyataan masalah yang disebutkan dalam perkara 1.2, maka matlamat kajian ini adalah untuk membuat penilaian cerun bermasalah yang menjadi punca kegagalan tanah. Berikut adalah objektif-objektif kajian yang telah dikenalpasti bertujuan bagi mencapai matlamat yang telah ditentukan,

1. Untuk menentukan faktor yang menyumbang kepada kegagalan cerun
2. Untuk mengenal pasti keadaan dan tahap kestabilan cerun
3. Untuk menilai kestabilan cerun menggunakan Julat Pergerakan

1.4 Skop Kajian

Kajian ini menumpukan kepada kes-kes cerun yang bermasalah disepanjang Jalan Tapah-Ringlet, Cameron Highland. Skop kajian meliputi perkara-perkara yang berikut;

- i. Lokasi kajian ialah disepanjang Jalan Tapah-Ringlet, Cameron Highland
- ii. Kajian memfokus kepada mana-mana kegagalan cerun yang mempunyai darjah kecerunan tidak melebihi 60.
- iii. Data-data cerun diperolehi dari di JKR Daerah batang Padang, Tapah

1.5 Kepentingan Kajian

Kepentingan kajian ini ialah sebagai sumber rujukan untuk pemilihan kaedah mitigasi yang sesuai bagi melindungi kegagalan cerun di setiap kawasan berkecerunan tidak melebihi 60° darjah. Antara agensi-agensi yang boleh mendapat manfaat ialah:

a) Pihak Kerajaan dan Bukan Kerajaan

Hasil daripada kajian ini boleh dimanfaatkan untuk rujukan bagi memantau kesesuaian tanah pada peringkat awal satu-satu proses pembangunan di sesebuah kawasan kajian serta sekitarnya dilaksanakan termasuklah penentuan kawasan yang mempunyai risiko untuk terjadinya tanah runtuh. Secara khususnya, pemantauan kawalan dan penyelenggaraan kawasan cerun ini juga boleh dimanfaatkan oleh Jabatan Kerja Raya (JKR) dan konsesi yang dilantik oleh kerajaan.

b) Pihak Kontraktor

Pihak kontraktor juga tidak terlepas daripada keutamaan untuk memperoleh manfaat hasil kajian ini. Ia bukan sahaja sebagai panduan asas untuk proses penilaian awal, malah mampu membantu proses mempertimbangkan keputusan yang melibatkan aspek teknikal bagi satu-satu projek pembangunan di kawasan tanah tinggi.

1.6 Penemuan Kajian

Pada pengalaman yang lepas, terdapat banyak kes melibatkan kegagalan cerun seperti kes-kes yang dilaporkan di jalan Cameron Highland. Dalam kejadian di jalan Cameron Highland ini, kebanyakan runtuhan tanah adalah melibatkan cerun-cerun potongan dan bongkah batuan yang terdiri daripada batuan luluhawa gred V dan VI yang mengandungi bahan tanah dan kadang kala percampuran antara batuan, tanah dan tumbuhan. Pengurusan sistem penilaian cerun di bawah kendalian JKR untuk kawasan Jalan Tapah-Ringlet di bawah senggaraan JKR Tapah merupakan lokasi

tumpuan kajian. Elemen utama kajian disasarkan kepada cerun yang terjadinya tanah runtuh. Asas-asas penilaian cerun dan faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian tanah runtuh merupakan fokus utama kajian. Justeru itu, kaedah pengurusan pembaikan cerun di bawah kendalian JKR dan Konsesi Belati Wangsa telah dijalankan di dua lokasi iaitu Kampung Batu Enam dan Kampung Batu Sepuluh yang didapati berisiko untuk mengalami kejadian tanah runtuh adalah fokus bagi kajian Projek Sarjana ini. Hasil kajian ini akan mengaplikasikan setiap indikator dalam pengurusan penilaiaan cerun di kawasan tersebut.

RUJUKAN

- Berita Harian Online. (2010). Hasil Carian | Berita Harian. Retrieved January 9, 2020, from Berita Harian website:
<https://www.bharian.com.my/search?s=runtuh+batu+bukit+lanjan>
- Berita Harian Online. (2019). Berita Harian. Retrieved January 10, 2020, from
<https://www.bharian.com.my/>
- Bujang B.K. (2006). Water infiltration characteristics of unsaturated soil slope and its effect on suction and stability. *Geotechnical and Geological Engineering*, 24(5), 1293–1306. <https://doi.org/10.1007/s10706-005-1881-8>
- Burghardt, T. E., Pashkevich, A., & Zakowska, L. (2016). Influence of Volatile Organic Compounds Emissions from Road Marking Paints on Ground-level Ozone Formation: Case Study of Kraków, Poland. *Transportation Research Procedia*, 14, 714–723. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.338>
- Cai, F., & Wakai, A. (2011). Effects of horizontal drains on slope stability under rainfall by three-dimensional finite element analysis. *Computers and Geotechnics*, 23(4), 255–275. [https://doi.org/10.1016/S0266-352X\(98\)00021-4](https://doi.org/10.1016/S0266-352X(98)00021-4)
- Einp.ru. (2019). Sungai, ciri dan jenis sungai. Ciri-ciri sungai di bahagian Eropah di Rusia. Retrieved January 12, 2020, from <https://einp.ru/ms/reki-harakteristika-i-tipy-rek-osobennosti-rek-evropeiskoi-chasti-rossii/>
- Feng, T., Wei, W., Chen, L., Rodrigo-Comino, J., Die, C., Feng, X., ... Yu, Y. (2018). Assessment of the impact of different vegetation patterns on soil erosion processes on semiarid loess slopes. *Earth Surface Processes and Landforms*, 43(9), 1860–1870. <https://doi.org/10.1002/esp.4361>
- Google. (n.d.). Jenis Konstruksi Dinding Penahan Tanah - Konstruksi Sipil. Retrieved January 12, 2020, from <https://www.beritakonstruksi.com/2019/05/jenis-konstruksi-dinding-penahan-tanah.html>
- Grant, A., Wartman, J., & Abou-Jaoude, G. (2016). Multimodal method for coseismic landslide hazard assessment. *Engineering Geology*, 212, 146–160. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2016.08.005>
- Hashim, M., Ngah, M. S. Y. C., & Nasir Nayan. (2012). Trend hujan jangkamasa panjang dan pengaruhnya terhadap hakisan permukaan: Implikasinya kepada tapak kampus baru Sultan Azlan Shah, Tanjong Malim. *Fakulti Sains Kemanusiaan, Universiti Pendidikan Sultan Idris*.
- Hu, F., Liu, J., Xu, C., Du, W., Yang, Z., Liu, X., ... Zhao, S. (2018). Soil internal forces contribute more than raindrop impact force to rainfall splash erosion. *Geoderma*, 330, 91–98. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.05.031>
- Ibrahim. (2011). Two and three dimensional analysis of a slope failure in a lignite mine. *Computers and Geosciences*, 37(2), 232–240. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2010.09.004>
- Ibrahim, K. (1990). Urban geology: Case study of Kuala Lumpur, Malaysia. *Engineering Geology*, 28(1–2), 71–94. [https://doi.org/10.1016/0013-7952\(90\)90034-X](https://doi.org/10.1016/0013-7952(90)90034-X)
- Jaafar, M., Halim Yusof, A., Yahaya, A., Geografi, P., Pengajian Sosial, P., dan

- Persekitaran, P., & Sains Sosial dan Kemanusiaan, F. (2011). *Analisis tahap kebolehruntuhan tanah dengan menggunakan skala ROM: Kajian di kampus Universiti Kebangsaan Malaysia, Bangi*.
- Jabatan Kerja Raya Malaysia. (2009). *Pelan Induk Cerun Negara 2009-2023*. Jabatan Kerja Raya Malaysia.
- Jabatan Meteorologi. (2019). MetMalaysia: Utama. Retrieved January 10, 2020, from <http://www.met.gov.my/>
- Jamaluddin, T. A. (2006). Faktor Manusia dan Kegagalan Cerun di Malaysia (HUMAN FACTORS AND SLOPE FAILURES IN MALAYSIA). *Geological Society of Malaysia Bulletin*, 52(June), 75–84. Retrieved from <http://www.gsm.org.my/products/702001-100519-PDF.pdf>
- Jamaluddin, T. A. (2016). Faktor Manusia dan Kegagalan Cerun di Malaysia (HUMAN FACTORS AND SLOPE FAILURES IN MALAYSIA). *Geological Society of Malaysia Bulletin*, 52(June), 75–84. Retrieved from <http://www.gsm.org.my/products/702001-100519-PDF.pdf>
- JKR Malaysia Caw. Kejuruteraan Cerun. (2019). Cawangan Kejuruteraan Cerun | Jabatan Kerja Raya Malaysia. Retrieved January 10, 2020, from <https://www.jkr.gov.my/my/page/cawangan-kejuruteraan-cerun>
- Kinnell. (2015). Raindrop-impact-induced erosion processes and prediction: A review. *Hydrological Processes*, 19(14), 2815–2844. <https://doi.org/10.1002/hyp.5788>
- Kinnell, P. (2016). A review of the design and operation of runoff and soil loss plots. *Catena*, 145, 257–265. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.06.013>
- Lihan, T., Khodri, N. F., Ahmad Mustapha, M., Rahman, Z. A., & Idris, W. M. R. (2018). Potensi Hakisan Tanah di Lembangan Sungai Bilut, Raub, Pahang menggunakan Integrasi Rusle dan GIS. *Sains Malaysiana*, 47(10), 2241–2249. <https://doi.org/10.17576/jsm-2018-4710-01>
- Malaysia Utusan. (2016). Utusan Online. Retrieved January 10, 2020, from <https://www.utusan.com.my/>
- Man, S., Hashim, N. M., Ahmad, A. H., Khin, M. T., & Sidek, N. S. (2014). Kebolehpayaan sistem penuaian hujan sebagai bekalan air alternatif di Malaysia: Suatu penelitian awal. *Geografia: Malaysian Journal of Society and Space*, 10(6), 97–104.
- Martin, J. R. (2016). Probabilistic seismic stability analysis of slope at a given site in a specified exposure time. *Engineering Geology*, 212, 53–62. <https://doi.org/10.1016/j.enggeo.2016.08.001>
- Marzen, M., Iserloh, T., de Lima, J. L. M. P., & Ries, J. B. (2016). The effect of rain, wind-driven rain and wind on particle transport under controlled laboratory conditions. *Catena*, 145, 47–55. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.05.018>
- Morgan, R. (2013). Slope Stabilization and Erosion Control: A Bioengineering Approach - - Google Books. Retrieved January 11, 2020, from Slope Stabilization and Erosion Control website: https://books.google.com.my/books?hl=en&lr=&id=q5t5AgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=erosion+in+Slope+Stability+Analyses.&ots=4-ayyy1IJ8&sig=TiOPrHHvm1_13TNbsLdwehb0pwA&redir_esc=y#v=onepage&q=erosion+in+Slope+Stability+Analyses.&f=false
- My.geotrstes. (2018). Apa yang dimaksudkan oleh geotextiles? -Pameran - Geotrst mengaplikasikan teknologi (Shanghai) Co., ltd. Retrieved January 12, 2020, from

- <http://my.geotrstes.com/info/what-is-meant-by-geotextiles-24374569.html>
- Nadrah. (2011). Geografi Fizikal : November 2011. Retrieved January 12, 2020, from geofizstpm website: <http://geofizstpm.blogspot.com/2011/11/>
- Rahman, Z. A. (2007). *Tinjauan Awal Potensi Ketidakstabilan Cerun dan Cirian Fiziko-Kimia*. 36(2), 105–116.
- Rodrigo Comino, J., Ruiz Sinoga, J. D., Senciales González, J. M., Guerra-Merchán, A., Seeger, M., & Ries, J. B. (2016). High variability of soil erosion and hydrological processes in Mediterranean hillslope vineyards (Montes de Málaga, Spain). *Catena*, 145, 274–284. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.06.012>
- Sadeghi, S. H., Abdollahi, Z., & Darvishan, A. K. (2013). Experimental comparison of some techniques for estimating natural raindrop size distribution on the south coast of the Caspian Sea, Iran. *Hydrological Sciences Journal*, 58(6), 1374–1382. <https://doi.org/10.1080/02626667.2013.814917>
- Suhaimi. (2006). DEVELOPMENT OF A CUT-SLOPE STABILITY ASSESSMENT SYSTEM FOR PENINSULAR MALAYSIA. *DEVELOPMENT OF A CUT-SLOPE STABILITY ASSESSMENT SYSTEM FOR PENINSULAR MALAYSIA*, 85(1), 2071–2079. <https://doi.org/10.1016/j.bbapap.2013.06.007>
- Wordpress.com. (2015). Infiltrasi | BebasBanjir2015. Retrieved January 12, 2020, from <https://bebasbanjir2025.wordpress.com/04-konsep-konsep-dasar/infiltrasi/>
- Yusri, M. S., & Marzuki, M. (2006). Impak pembangunan terhadap alam sekitar di Cameron Highlands. *Impak Pembangunan Terhadap Alam Sekitar Di Cameron Highlands*.
- Zhaidi, M. (2007). Pelaksanaan Indikator Penilaian Cerun Bagi Mengurangkan Risiko Tanah Runtuh Di Kawasan Lebuhraya. *Penilaian Cerun Di Lebuhraya PLUS*.